EXERCICE 2 OBSERVATION D'UN AVION EN VOL (5 points)

Le trafic aérien est source de fascination pour beaucoup de gens. Notre observation se limite souvent à la traînée de l'avion dans le ciel ou, plus récemment, à un suivi en direct (trajectoire, vitesse, altitude) grâce à des applications en ligne.

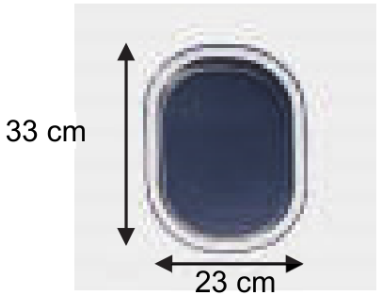
L'objectif de cet exercice est d'étudier l'observation, avec une lunette astronomique afocale commerciale, de certains détails de la structure d'un avion de type A312 en vol, puis de déterminer la vitesse de cet avion en phase d'atterrissage grâce à un enregistrement du son émis par le moteur.

Données :

- les valeurs du grossissement G de la lunette astronomique utilisée sont comprises entre 16 et 48 ;
- un observateur peut distinguer deux points différents A et B d'un objet si l'angle α sous lequel ces deux points sont vus depuis le point d'observation (voir figure ci-dessous) est supérieur ou égal à $3{,}0\times10^{-4}$ rad ;



- approximation dans le cas des petits angles ($\alpha << 1$ rad) : $\tan(\alpha) = \alpha$;
- quelques données concernant un avion A312 :
  - longueur de l'avion : L = 44,5 m ;
  - altitude de vol de croisière de l'avion : h = 10,4 km ;
  - vitesse de vol de croisière de l'avion : v_c = 863 km·h^{-1} ;
  - hublot de l'avion A312 :



1. Observation d'un avion A312 avec une lunette astronomique

Q1. Donner la définition d'une lunette afocale.

Q2. Sur le schéma **EN ANNEXE À RENDRE AVEC LA COPIE**, placer le foyer objet F_2 puis le foyer image F_2' de l'oculaire de la lunette astronomique.

L'avion vole à la verticale de l'observateur et se trouve donc à la distance h de celui-ci.

Sur le schéma **EN ANNEXE À RENDRE AVEC LA COPIE**, les extrémités avant et arrière de l'avion observé sont respectivement modélisées par les points A_∞ et B_∞ , situés à une très grande distance de l'observateur.

Q3 Construire, sur le schéma **EN ANNEXE À RENDRE AVEC LA COPIE**, la marche des deux rayons lumineux issus de B_∞ qui émergent de la lunette, en faisant apparaître l'image intermédiaire A_1B_1.

L'angle α désigne l'angle sous lequel l'avion est observé à l'œil nu. L'angle sous lequel l'avion est observé au travers de l'oculaire de la lunette astronomique est nommé α'.

Q4 Vérifier à l'aide d'un calcul que l'on peut distinguer, à l'œil nu, l'avant de l'avion de sa queue.

Q5 Après avoir placé les angles α et α' sur le schéma **EN ANNEXE À RENDRE AVEC LA COPIE**, rappeler l'expression du grossissement G d'une lunette astronomique en fonction des angles α et α'.

Q6 Déterminer si on peut distinguer l'un de l'autre les deux bords verticaux d'un hublot de l'avion, à l'aide de la lunette astronomique étudiée.

2. Détermination de la vitesse d'un avion A312 en phase d'atterrissage

Au voisinage de l'aéroport, un observateur enregistre le son du moteur de l'avion passant au-dessus de lui lors de sa phase d'atterrissage. L'observateur est supposé fixe lors de l'enregistrement du son.

L'analyse du signal sonore enregistré permet de déterminer les fréquences des signaux reçus par l'observateur. Lorsque l'avion s'avance en direction de l'observateur la fréquence mesurée est f_A = 2,2 kHz, et lorsqu'il s'éloigne la fréquence est f_E = 1,5 kHz.

Q7. Donner le nom du phénomène mis en jeu dans cette expérience.

On note f_0 la fréquence du signal émis par la source immobile, c la vitesse du son dans l'air dans les conditions de l'expérience et v la vitesse de l'avion par rapport au sol. On donne c = 345 m·s^{-1}.

Q8. Parmi les propositions A, B, C et D suivantes, choisir et recopier sur la copie la proposition correcte. Expliquer pourquoi les autres propositions sont à écarter.

A	B	C	D
$f_A = \frac{c}{c - v}$ $f_E = \frac{c}{c + v}$	$f_A = f_0 . \frac{c}{c - v}$ $f_E = f_0 . \frac{c}{c + v}$	$f_A = f_0 . \frac{c}{c + v}$ $f_E = f_0 . \frac{c}{c - v}$	$f_A = f_0 . \frac{c}{c - 2v}$ $f_E = f_0 . \frac{c}{c + v}$

Q9. Déterminer la vitesse v de l'avion, exprimée en km·h^{-1}, lors de cet atterrissage. Commenter.

Le candidat est invité à prendre des initiatives et à présenter la démarche suivie, même si elle n'a pas abouti. La démarche est évaluée et nécessite d'être correctement présentée.

ANNEXE À RENDRE AVEC LA COPIE

